



Анализ Повышение Эффективности Процесса Охлаждения Зерна В Вихревом Потокe

Абубакиров А. Б

Каракалпакский государственный университет им Бердаха, г. Нукус.
aziz1306@mail.ru

Алламбергенов А. А

Каракалпакский институт сельского хозяйства и агротехнологий, г. Нукус

Садиков Ж. П, Алланиязов Б

Каракалпакский филиал государственного предприятия «Национальный институт метрологии
Узбекистана», г. Нукус

Received 27th Jun 2022, Accepted 18th Jul 2022, Online 10th Aug 2022

Аннотация: В данной работе в системе мероприятий, обеспечивающих сохранение качества зерна, подсушивание, очистку и охлаждение наряду с активным проветриванием анализировали замедление физиологических и биохимических процессов, приводящих к потерям зерна, порче и снижению качества получаемой из него продукции.

Ключевые слова: Зерна, качества, охлаждения, зерносушилок, продукции, сохранение, технология.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием снижения потерь при обработке и качественной работе зерносушилок является обеспечение эффективного охлаждения свежесобранного и просушенного материала. В системе мероприятий, обеспечивающих сохранение качества зерна, наряду с сушкой, очисткой, активным вентилированием важную роль играет охлаждение. Оно проводится с целью замедления физиолого-биохимических процессов, которые могут привести к потерям, порче зерна и снижению качества получаемого из него продукта [1].

Охлаждение зерна в плотном неподвижном слое большой толщины неэффективно вследствие больших энергетических затрат на продувание слоя, высокой неравномерности охлаждения, значительных потерь холода, обусловленных утечками воздуха, наличия неинтенсивно вентилируемых (застойных) зон и большой продолжительности процесса. Перспективным является охлаждение зерна в потоке.

Достоинство этого метода в сравнении с охлаждением зерна в силосах элеваторов и складах на установках активного вентилирования заключается в устойчивости технологического процесса, снижении продолжительности и неравномерности охлаждения зерна, более рациональном использовании емкости зернохранилищ. Причинами того, что эти достоинства пока не

реализованы, являются недостаточная изученность процесса искусственного охлаждения зерна, отсутствие надежной методики оценки эффективности установок для охлаждения зерна и небольшой опыт использования холодильной техники на хлебоприемных предприятиях. Наиболее прогрессивным является технология обработки зерна, включая его сушку до 16-17 % и последующее охлаждение до +10С при одновременном снижении влажности до 15-15,5 %. Это обеспечивает сохранение качества зерна и увеличение выхода ядра зерна при переработке в крупу за счет снижения дробленного. Внедрение такой технологии сдерживается из-за отсутствия специальных аппаратов для его осуществления. При разработке охладителей необходимо учитывать свойства зерна как объекта обработки: подверженность трещинообразованию и низкую тепло- и влажностепроводность [1].

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ.

Исходя из современных тенденций развития техники и технологии послеуборочной обработки зерна необходимо, создавать высокопроизводительные непрерывно действующие установки. Разработка и создание таких установок возможны лишь на базе теоретического и экспериментального исследования процесса охлаждения зерна, изыскания рациональных режимов охлаждения, разработки методики оценки эффективности установок, а также проведения оптимизации установок с учетом экономических показателей [2].

О недостаточном охлаждении просушенного зерна в существующих охладительных устройствах отмечают А.Е. Баум и В.А. Резчиков. Как подчеркивает А.В. Авдеев, во всех типах охладителей наблюдаются случаи недостаточного охлаждения зерна. Им разработан обобщенный показатель для оценки работы охладительных устройств по аналогии с коэффициентом полезного использования тепла в сушилках, названным коэффициентом эффективности охлаждения. Так, у шахтных коэффициент эффективности охлаждения составляет 0,37-0,56, барабанных 0,15-0,24, колонковых 0,67-0,84. Основной причиной недостаточно эффективной работы шахтных и колонковых охладителей является то, что обработка зерна в них производится в плотном слое при очень малых значениях скорости обтекания 0,3-0,62 м/с и порозности 0,37.

Не менее важной причиной малоэффективной работы охладительных устройств является, по мнению Ю.Л. Фрегера, недостаточная удельная подача охлаждающего воздуха. Расчет прямых затрат на охлаждение зерна, проведенный им, показывает, что используемые устройства работают при удельной подаче воздуха, отличной от оптимального значения, равного 11,3 кг/кг ч. Удельная подача охлаждающего воздуха в колонковом охладителе составляет 3,8-4 кг/кг ч, в шахтном – 3,7-8 кг/кг ч и барабанном около 8кг/кгч.

Существующие охладительные устройства (шахтная сушилка, охладительная колонка, барабанная зерносушилка, вибрационный охладитель, аэрогравитационный охладитель) производят недостаточно эффективное охлаждение просушенного зерна из-за обработки его в плотном слое и невысокой удельной подачи охлаждающего воздуха. Устранить эти причины практически невозможно. Поэтому необходимо произвести поиск новых приемов и технических средств для обработки зерна, которые позволят значительно интенсифицировать процесс его охлаждения [3, 4].

В результате проведенного поиска нами был определен способ увеличения скорости обдува зерна атмосферным воздухом, сущность которого заключается в охлаждении зерна в высокоскоростном закрученном воздушном потоке.

Проведенные ранее исследования показывают, что при больших скоростях обтекания происходит значительная интенсификация тепло- и массообменных процессов в вихревых камерах.

Существующие вихревые охлаждающие аппараты имеют ряд недостатков: малую скорость охлаждения зернистого материала в результате незначительных скоростей обдува из-за совпадения направления движения зерна и вращения закрученного потока и из-за неполного попадания зернового материала в газоотвод и отсутствие направляющих пластин (спираль, завихрители и т.п.). Также приходится использовать холод (хладоагент) из внешней холодильной машины. Г.Ф. Ханхасаевым, Н.А. Урхановым и другими были разработаны следующие принципиально новые вихревые аппараты, позволяющие обрабатывать зерновой материал при повышенных скоростях обтекания:

1. Вихревой аппарат для охлаждения зернистого материала / авт. свид. № 928159, авторы: Ханхасаев Г.Ф., Кубышев В.А., Урханов Н.А. и др.
2. Вихревой аппарат для охлаждения зернистого материала / авт. свид. № 1040306, авторы: Ханхасаев Г.Ф., Урханов Н.А., Федин В.М. и др.
3. Вихревой аппарат для охлаждения сыпучих материалов / Патент РФ № 2255808, от 10.07.05, Бюл. № 19, авторы: Боронцов А.А., Ханхасаев Г.Ф., Тухалов А.В.
4. Вихревой аппарат для охлаждения сыпучих материалов / Заявка № 2009128393 приоритет от 22.07.09, автор: Боронцов А.А.

При исследовании процесса теплообмена, происходящего в вихревом охладителе, очень важно знать аэродинамику его рабочей камеры. В общем случае поле скоростей закрученного потока определяется тремя компонентами вектора скорости – тангенциальная, осевая и радиальная в некоторой системе координат. Изучение аэродинамики различных вихревых аппаратов и циклонных камер выполненное ранее Гольштдином М.А., Горбизом З.Р., Колзуном Н.А., Ершовым А.И., Леонтьевым А.К., Ляховским Л.Н., Миклиным Ю.А., Нахопетяном Е.А., Николаевым Г.И., Полодяко В.И. показало, что наибольшее воздействие на теплообменный процесс в закрученных воздушных потоках оказывает тангенциальная составляющая абсолютной скорости закрученного потока на порядок больше, чем осевой и радиальной. Причем она показывает решающее влияние на ход теплового процесса, происходящего в таких аппаратах, по сравнению с остальными составляющими.

Раскрытие закономерности изменения температуры зерна по времени в исследуемых условиях экспериментальным путем являются чрезвычайно сложной задачей, так как процессы движения и охлаждения очень скоротечны и совершаются при больших скоростях обтекания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Процесс охлаждения зерновых смесей в воздушной среде основан на различии аэродинамических свойств частиц исходного материала. При введении зернового материала, состоящего из частиц с различными аэродинамическими свойствами, в вихревой закрученный поток часть зерен уносится потоком воздуха, а часть падает против потока, т.е. исходный материал разделяется на две фракции. Значительное повышение скорости обдува зерна воздушным потоком и порозности слоя для интенсификации теплообменного процесса практически не возможно из-за большого газового сопротивления плотного зернового слоя.

Среднее значение тангенциальной составляющей в целом по всей камере при рабочем режиме работы снизилось на 0,8 м/с, а динамическое давление на 14 Па. Изучение аэродинамики различных вихревых аппаратов, проведенное рядом исследователей, показало, что среднее значение тангенциальной составляющей составляет на холостом режиме работы охладителя 12,6 м/с, а при рабочем режиме – 9,6 м/с. Такое снижение вызвано затратой части кинетической

энергии закрученного потока на транспортировку обрабатываемого материала в рабочей камере охладителя и преодоление газового сопротивления взвешенного зернового слоя [1, 2].

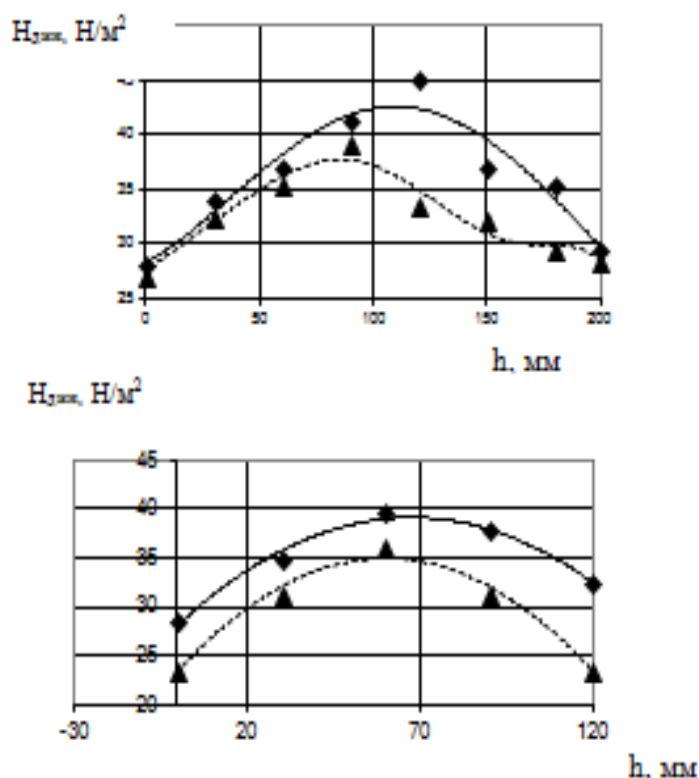


Рисунок 1. – Аэродинамика: а) вихревой камеры; б) конусной части вихревой камеры: —◆— холостой ход; —▲— рабочий ход.

В раскрытие закономерности изменения температуры зерна по времени экспериментальным путем являются чрезвычайно сложной задачей, т.к. процессы движения и охлаждения очень скоротечны и совершаются при больших скоростях обтекания. В настоящее время пока нет приборов, которые смогли бы измерить изменение температуры зерна в полете за считанные секунды. В соответствии с теорией подобия процесс теплообмена, совершаемый при больших скоростях обтекания между отдельно летящей зерновкой и интенсивным аэродинамическим полем, можно представить с некоторыми допущениями, как процесс теплообмена, происходящий между подвижно закрепленной зерновкой и скоростным прямолинейным воздушным потоком, обтекающим её.

Путем отношения разности температур зерна к разности времени в середине процесса можно определить темп охлаждения. Скорость снижения температуры при экспериментах (рисунок 2.) составила в среднем 45-60 °C/мин, что в пять раз больше, чем при охлаждении зерна в кипящем слое (9 °C/мин) и на порядок выше, чем при обработке в плотном слое (4-5 °C/мин).

Следовательно, при повышении скорости обтекания до критических значений (скорость витания зерна) наблюдается значительное повышение скорости охлаждения зерна.

Таким образом, при больших скоростях обтекания зерна воздушным потоком происходит существенное сокращение времени охлаждения. Такой вывод подтверждается результатами теоретических и экспериментальных исследований теплообменного процесса.

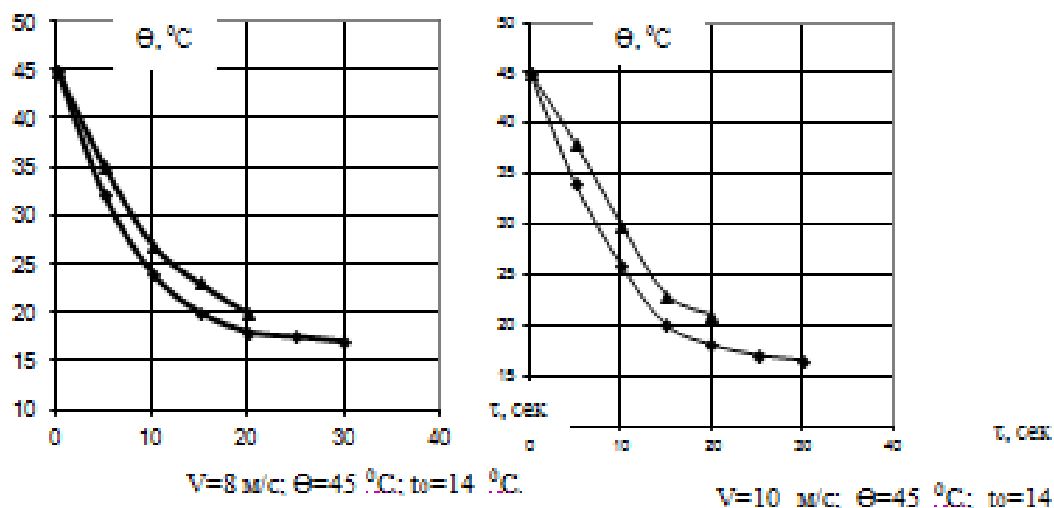


Рисунок 2. – Температурные кривые охлаждения зерна: ● – теоретическая; ♦ – экспериментальная

Вихревые камеры очень перспективны и за ними будущее. Процесс охлаждения зерна в вихревом аппарате при больших скоростях обдува, близких к скорости витания, до сих пор остается малоизученным. Не выявлены основные закономерности данного процесса. Не исследованы влияния различных факторов на теплообменный процесс, протекающий при таких больших скоростях обтекания. В этом плане нужно расширить научные исследования по использованию их для ускорения тепло и массообменных процессов.

ВЫВОДЫ.

По результатам проведенных исследований мы сделали следующие выводы: скорость снижения температуры при экспериментах составила в среднем $45-60^\circ\text{C}/\text{мин}$, что в 5 раз больше, чем при охлаждении зерна в кипящем слое ($9^\circ\text{C}/\text{мин}$) и на порядок выше, чем при обработке в плотном слое ($4-5^\circ\text{C}/\text{мин}$). При скорости обдува, равной скорости витания зерна, продолжительность охлаждения сокращается на порядок, чем при обработке его в кипящем и десятки раз - в плотном слоях, а коэффициент теплоотдачи увеличивается в 1,5-2 раза и 3-6 раз, соответственно. Испытания макетного образца вихревого охладителя в хозяйствах Республики показали, что при подаче просушенного зерна 5 т/ч температура его снижалась на 20°C за 10-20 с. и съём влаги составил в среднем 1,5-2 %. Коэффициент эффективности охлаждения достиг 0,97.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Боронцов, А.А. Исследование теплообменных процессов при обработке сыпучих материалов в вихревом потоке: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Улан-Удэ, 2005. – 20 с.
2. Боронцов, А.А. Технология и технические средства для обработки зерна в вихревом потоке. Монография: Изд-во ВСГТУ, Улан-Удэ, 2007. – 191 с.
3. I.Kh.Siddikov, P.D.Chelyshkov, A.B.Abubakirov, N.M.Nazhimatdinov, R.Zh.Tanatarov. Structure of control sensors of multi-phase reactive power currents in power supply systems // Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 839 (5), 052045. pp. 1-9. doi:10.1088/1755-1315/839/5/052045. (AGRITECH-V - 2021). Publication Year: 2021. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/839/5/052045/pdf>.

4. A.Djalilov, A.B.Abubakirov, O.Matchonov, J.Abdunabiev, A.Saidov. System for measuring and analysis of vibration in electric motors of irrigation facilities // Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions May 20-21, 2021. (AEGIS 2021). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 868 (2021) 012032 IOP Publishing. pp. 1-6. doi:10.1088/1755-1315/868/1/012032.